

Vysokotlaké hydraulické zkušebny

Miroslav Bova¹

¹ Vysoká škola Báňská Technická Univerzita Ostrava, fakulta strojní, katedra 338
a Interfluid spol. s.r.o. Ostrava, miroslav.bova@interfluid.com

Abstrakt V příspěvku se popisují možnosti a možná řešení vysokotlakých zkušeben pro tlakové zkoušky různých výrobků. Popsány jsou 3 případy. V každém případě je použita jiná tlaková kapalina, jiný tlak a jiné specifické požadavky zkoušky.

1 Úvod

V dnešní moderní době se žádný výrobek neobejde bez zkoušek a certifikátů.

2 Příklad první

Zkoušené zařízení jsou vysokotlaké ventily a armatury pro těžbu ropy a zemního plynu převážně z mořského dna. Ventily jsou umístěné na mořském dně namontované jako části technologie nebo potrubí, kde zabezpečují funkce potřebné pro těžbu těchto surovin. Většinou se jedná o ventily ovládané mechanicky pákou nebo otáčením armatury pomocným převodem používané bez lidské obsluhy ovládané robotickými ponorkami. Podmínky nasazení ventilů jsou extrémní. Jednak je to nízká teplota, obrovský vnější tlak, agresivní mořská voda, sedimenty, usazeniny a nicméně je to vysoký tlak ropy, výbušnost plynu u těžených surovin.

Požadavkem je tlaková zkouška s natlakováním a ustálením tlaku a časovou výdrží se záznamem. Pokles tlaku je max. definován max. o cca 3 procenta z maximálního tlaku nebo daný poklesem tlaku o 20 bar a pak, která hodnota je menší.

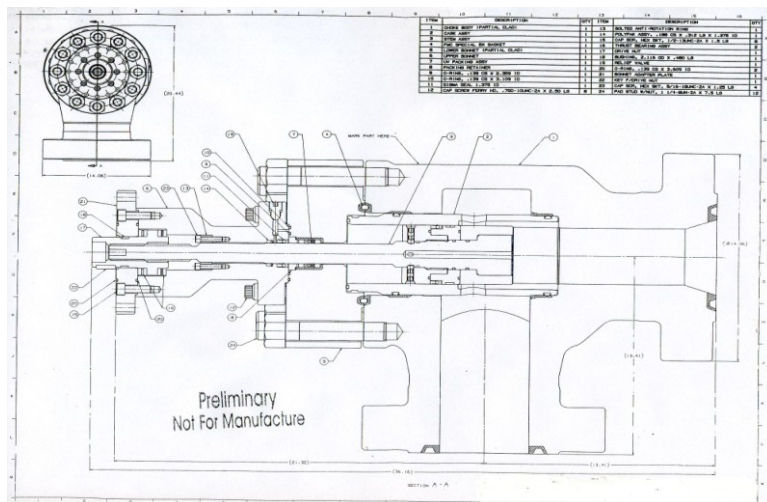
Obecné postupy testování ventilů popisují normy API6A (ISO10423) a API-17D (ISO-13628-4). Jelikož se dostáváme do oblastí technických podmínek a parametrů, kde se postupy testování teprve tvoří v souvislosti s výrobou nových prvků pro nasazení v extrémních podmínkách. Výrobce ventilů bývá obvykle prvním, kdo daný postup testování vytvoří a dle jeho doporučení se pak teprve tvoří obecné normy zabývající se danou oblastí zkušebnictví.

Jelikož je množství ventilů poměrně rozsáhlé, musí zkušebna splňovat podmínku testování celého výrobního sortimentu ventilů od rozměru 2" až do rozměru 20". Větší ventily se budou testovat po jednom menší po dvou a více. Množství ventilů, které se budou zkoušet, je cca 1 deně. Hmotnost větších ventilů dosahuje cca 600 kg.

Zkušební podmínky

- Zkušební tlak 1600 bar.
- Zkušební kapalina 50 % voda 50 % glykol (simuluje slanou mořskou vodu, glykol se přidává jako přísada proti zamrznání, vhodné je také použití kapaliny podobné chladicí směsi u chladiců automobilů).
- Prostor zkušebny musí být absolutně uzavřen s minimalizací činností obsluhy.
- Tlak v systému musí být zvyšován po krocích (max. 140 bar kvůli stabilizaci napjatosti tělesa ventilu) Při dosažení kroku je potřeba zařadit časovou prodlevu (ta se určí až při vlastním testu).

- Teplota zkušební kapaliny musí být v rozsahu 10-24 °C.
- Ventil musí být dokonale odvzdušněn a zcela zaplněn zkušební kapalinou.
- Nátěry při zkoušení nejsou dovoleny.
- Požadovaná přesnost měření je 0,5 procenta všechny snímače musí být kalibrované.
- Ventily musí být zbaveny všech tuků a mazadel.
- Sledované hodnoty jsou tlak a teplota. Rozsah snímačů musí být min. 25 % vyšší, max. však 75 % vyšší než je projektovaný tlak zařízení.
- Ventil musí být v polootevřeném stavu, uzavřeném stavu. Stav ventilu se po dobu testování nemění.



Obr. 1 Zkoušený ventil

Extrémní v tomto případě je nejenom průběh tlakové zkoušky, ale také zabezpečení, které je potřeba udělat pro to aby nedošlo k ohrožení obsluhy zkušebny.



Obr. 2 Tlaková zkušebna 1600 bar

3 Případ druhý

Jedná se o zkoušení speciálních hydraulických válců tzv. stojek používaných v důlní technologii u hydraulických výztuží porubu při těžbě uhlí. Rozsah průměrů a zdvihů hydraulických stojek je

široký: od průměru 50 mm až do průměru 500 mm a zdvihu teleskopického do 6 m. Válce na tlakovou zkoušku přicházejí bezprostředně po montáži, takže vždy je nutné naplnit těleso válce zkušební kapalinou, provést test plynulosti pohybu a uskutečnit tlakovou zkoušku. V mnoha případech kapalina ve válci zůstává, takže pohyb (obměna) kapaliny v nádrži je obrovský. Velké je také znečištění kapaliny, které do obvodu vniká, i když se věnuje čistotě před montáží velká pozornost. Za zmínku stojí také teplotní poměry v kapalině. Jelikož se jedná o těžko zápalnou kapalinu na bázi glykolů, tato již při teplotě 40 °C má poměrně vysokou tenzi par (t.j. nad povrchem kapaliny se tvoří obláčky páry) a ne nadarmo se využívá tohoto efektu, vždyť parní hašení je všeobecně známé. Nad tuto teplotu je obvykle tvorba par v kapalině tak velká, že do válců je pak pro tlakovou zkoušku vháněna směs kapaliny s vodní párou a tlakové zkoušky jsou zkeslené a neprůkazné.

Zkušební podmínky

- Zkušební tlak 500 bar.
- Zkušební kapalina těžko zápalná (typ jako HFC, ale spíše ve formě konzervační kapaliny).
- Prostor zkušebny musí být uzavřen pouze s přítomností zaškolené obsluhy.
- Tlak v systému je seřiditelný na 50 bar 200 bar a pak na hlavní testovací tlak max. 500 bar.
- Test spočívá v naplnění stojky kapalinou zkoušce plynulosti chodu, odvzdušnění t.j. 50 bar. Zkoušce a projetí chodu tlakem 200 bar a pak následné zkoušce tlakem zkušebním po dobu cca 5 min. Následuje vypuštění tlaku a obvykle vyprázdnění kapaliny ze stojky vzduchovým multiplikátorem.
- Teplota zkušební kapaliny musí být v rozsahu 10-35 °C.
- Požadovaná přesnost měření je 1 procento všechny snímače musí být kalibrované.



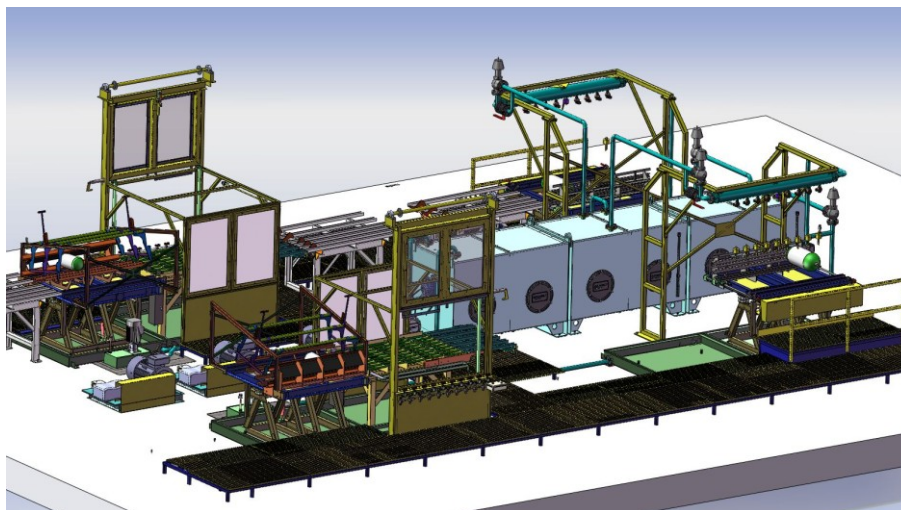
Obr. 3 Tlaková zkušebna hydraulických stojek

4 Případ třetí

Zatím co první 2 dva případy byli spíše co se týká množství testovaných komponentů z řádu kusů neboli malých sérií, případ třetí se zabývá testováním sériové produkce tlakových láhví pro CNG (compres natural gas neboli stlačený zemní plyn) převážně určených do automobilového průmyslu. Testovací kapalinou je voda jak již upravená průmyslová s inhibítorem proti korozi tak i pitná, kterou se testují láhve určené pro medicínské účely. Sériová produkce dosahuje cca 300 000 ks láhví za rok, takže takt linky je cca 1 láhev za 1 min. Pracuje se v sériích, cca 4 až 6 láhví (záleží na velikosti) v jedné sérii prochází linkou po jednotlivých takttech. Obsluha je ruční s posuvem láhví přes linku pokulováním. Obsluhu tvoří cca 3 osoby.

Zkušební podmínky

- Zkušební tlak 500 bar.
- Zkušební kapalina je voda s příměsí inhibitoru proti korozi nebo pitná voda pro láhve určené pro medicínské účely.
- Prostor zkušebny musí být uzavřen pouze s přítomností zaškolené obsluhy.
- Tlak v systému musí seřiditelný od 200 bar do max. 500 bar.
- Test spočívá ve zvážení prázdné láhve v naplnění láhve nebo série láhví vodou, zvážení láhve s vodou a tím určení jejího objemu (tento se pak na ní razí spolu s dalšími údaji ihned po opuštění zkušebny) tlakové zkoušce, vypuštění vody a dalších úpravách vysušení vnitřního povrchu atd.
- Teplota zkušební kapaliny musí být v rozsahu 5-25 °C.
- Požadovaná přesnost měření je 1 procento všechny snímače musí být kalibrované.
- Dovolенý pokles tlaku jsou 3 procenta ze zkušební tlaku nebo max. 10 bar. Platí ta hodnota, která je přísnější. Doba časové prodlevy testu, po kterou tlak nesmí poklesnout o dovolenou toleranci je 30 sekund.



Obr. 4 Zkušebna tlakových láhví

5 Závěr

Ve všech případech je důležitá závislost modulu pružnosti kapaliny na množství vzduchu, který zůstane při naplnění zkoušeného zařízení nerozpuštěn. Tato závislost prudce roste tak, že pak stačí malé stlačení objemu a nárůst tlaku je rázem vysoký. Tento jev může být pak problémem přesnosti dosažení konečného požadovaného tlaku. Hlavně v případě malých tlakovaných objemů může být závislost tlaku i na teplotě kapaliny, takže se můžeme setkat dokonce se stoupaním tlaku, i když již dávno žádný další do obvodu nedodáváme. Naopak u velkých tlakovaných objemů se dostáváme k nutnosti dodatečné časové prodlevy potřebné pro ustálení tlaku.

U všech popsaných případů bylo potřeba vyřešit množství technických problémů souvisejících s vlastnostmi kapaliny, s technologií zkoušek, minimální mazací schopností kapaliny, snášenlivost mnoha dílů hydraulického obvodu s kapalinou s technologií zkoušek a neposlední řadě schopností a kvalifikovaností obsluhy a mnohokrát nás samých se sebou.

Literatura

[1] Projekční podklady firmy Interfluid spol. s r.o., 2009-2012.